土壤病原生態與防治研討會專刊 1~16, 1991

台灣土傳性病害研究之回顧與展望

孫守恭

台中市國立中興大學植物病理學系

摘　　要

孫守恭 1991 台灣土傳性病害研究之回顧與展望　植保會刊 33:1~16

自 1960 年迄今卅年來，台灣土傳性病害研究已有良好成果，自鐮胞菌、疫病菌、腐霉菌、立枯絲核菌、白絹病菌、菌核病菌、十字花科蔬菜根腐病菌等方面均有相當研究，也涉及抑病土及生物防治的探討。惟土傳性病害日有增加，尙賴研究人員繼續努力，合衷共濟，致力於更高層學術性及實用性的研究。綜觀上述諸病害中，鐮胞菌偏重於西瓜蔓割病及蘿蔔黃葉病，尙有許多鐮胞萎凋病需積極研究。疫病菌之研究偏重於學術方面，成績譽滿中外，尙須在防治方面加强。腐霉菌剛在起步階段，立枯絲核菌研究歷史較長，生物防治尙須努力。白絹病研究最近有突破，希望繼續前進不宜中斷。菌核病在台灣有短暫季節性，在學術上及防治上仍需努力探討。十字花科蔬菜根瘤病近五年來有豐碩研究成果，冀望於加强推廣，嘉惠農民。生物防治及綜合防治、潛隱性疾病及土壤添加物仍是今後研究重點。

（關鍵字：土傳性病害、生物防治、拮抗菌、土壤添加物）

緒　　言

早在 1912 年，澤田兼吉即報告 *Sclerotinia sclerotiorum* (87)，以後數年也陸續報告 *Phytophthora* spp. (88)，但當時僅記載地上部病徵，病害本身之研究不多。一方面因土傳性根部病害不爲人注意，其發生也較少，研究人員也不諳研究方法，一旦有病害發生也避而不著手研究。但隨著農業之發展，耕作制度之改變，工商業急劇擴張，農村勞力缺乏，農業機械化及化學肥料大量使用，有機肥日漸減少，栽培密集無休閒，土傳性病害及逐漸嚴重發生（表一）。由於資料累積及國際交流，至 1970 年代土傳性病害研究開始萌動。有二、三事件爲台灣土傳性病害研究之啓發里程碑： 1971 年 2 月，美國加州大學斯奈德教授（Dr. W. C. Snyder）來台訪問，洽談與中興大學合作研究鐮胞菌（*Fusarium* spp.），後經國科會與美國科學基金會補助，合作研究達十年之久。其間斯奈德教授研究助手斯密絲博士也參予研究。彼等不但與中興大學合作，也與台灣其他研究機關及學校相互訪問座談，促進土傳性病害研究興趣，貢獻至大。

1977 年 3 月在國科會補助下，請夏威夷大學柯文雄教授來台，舉辦第一屆土壤傳播性病害研討會，講述土傳性病菌之特性並有試驗室研習。在此期間，屛東地區香蕉黃葉病及各地西瓜蔓割病、木瓜疫病、水稻徒長病均普遍發生，土傳性病害之重要性引起農委會、國科會及農林廳之重視，撥款補助研究，各大學及試驗研究機關土傳性病害之研究蔚然成爲風氣。爲配合土傳性病害之研究， 1979 年斯奈德教

表一、近年來台灣流行之土傳性病害
Table 1. Soilborne diseases of plants found in Taiwan in recent years

病原菌（Pathogen）	病　害（Disease）
Fusarium moniliforme	稻苗徒長病，高粱苗枯病，甘蔗稍腐病，玉米莖腐病，蘆筍根腐病
Fusarium oxysparum f. sp. *apii*	芹菜黃葉病
f. sp. *asparagii*	蘆筍萎凋病
f. sp. *batatas*	甘藷蔓割病
f. sp. *cubense, race* 4	香蕉黃葉病
f. sp. *melonis*	香瓜蔓割病
f. sp. *niveum*	西瓜蔓割病
f. sp. *momordicae*	苦瓜萎凋病
f. sp. *pisi*	豌豆萎凋病
f. sp. *raphani*	蘿蔔黃葉病
Fusarium solani	百香果頸腐病
F. solani f. sp. *pisi*	豌豆根腐病
Phytophthora cactorum	草莓果腐病
P. capsici	甜椒及辣椒疫病
P. cinnamomi	酪梨根腐病，柑橘裾腐病，鳳梨心腐病
P. citricola	柑橘根腐病
P. citrophthora	柑橘裾腐病，草莓果腐病，番荔枝黑腐病
P. colocasiae	芋疫病
P. cryptogea	非洲菊疫病，滿天星萎凋病
P. infestans	馬鈴薯晚疫病（近年來似不嚴重）
P. melonis	胡瓜疫病
P. palmivora	木瓜疫病，柑橘裾腐病，蓮霧、印度棗疫病，蝴蝶蘭黑腐病
P. parasitica (P. nicotianae)	鳳梨心腐病，柑橘裾腐病，茄子疫病，蝴蝶蘭黑腐病，洛神葵疫病，菸草黑腳病，荖花疫病，天堂鳥根腐病，番荔枝黑腐病
P. vignae	豇豆萎凋病（莖腐病）
Plasmodiophora brassicae	十字花科蔬菜根瘤病
Pythium aphanidermatum	胡瓜幼苗猝倒病及根腐病，菸草幼苗舞病，森林幼苗立枯病
P. myriotylum	薑軟腐病，菸草舞病，落花生莢腐病
P. spinosum	胡瓜猝倒病，硫球松幼苗猝倒病，木瓜幼苗猝倒病
Rhizoctonia solani, AG-1—AG-4	水稻紋枯病，馬鈴薯黑痣病，甘藍、抱子甘藍、胡蘿菔、玉米、纖維作物、綠豆、番茄、豌豆、蘿蔔、高糧、大豆等腰折病
Rosellinia necatrix	枇杷、梨等白紋羽病
Sclerotinina sclecotiorum	蔬菜、向日葵、菸草、一串紅菌核病
Sclerotium rolfsii	番茄、胡蘿蔔、落花生、甜菊、菱角、百合等白絹病

授來台之時，舉辦鐮胞菌研習會，1987年國科會邀請加拿大華裔植物病理專家黃鴻章博士來台研究菌核病並舉辦菌核病研習會。鑒於數年來研究成果豐碩，中華植物保護學會成立卅周年時（1984）舉辦一次國際土傳性病害研討會，邀請 Dr. John L. Lockwood（密支根州立大學教授），Dr. R. J. Cook（美國農部專家兼華盛頓州立大學教授），柯文雄博士（夏威夷大學教授），宇井格生博士（日本北海道大學教授）、渡邊恆雄博士（日本農林省林業試驗所）來台參加。1983年，亞太糧肥中心在東京舉辦亞太地區作物土壤傳播性病害研究會，邀集美國、台灣、日本、泰國、菲律賓及韓國各專家參加。

自1970年後，我留學國外青年學子獲有博士學位陸續返國，參加土傳性病害之研究行列，計有謝文瑞（加州大學）、黃新川（夏威夷大學）、杜金池（佛羅里達大學）、林益昇（華盛頓州立大學）、劉顯達（科羅拉多大學）、莊再揚（夏威夷大學）、何婉清（夏威夷大學）、高清文（夏威夷大學）、安寶貞（夏威夷大學）以及最近返國之黃振文（喬治亞大學）。同時間國內高階層領導人熱心支持鼓勵，推動研究之進行。值得一提者為前國科會生物組王世中博士、農委會邱人璋博士、客座教授歐世璜博士均參加土壤病害小組之討論會，令人難以忘懷。

鐮胞菌引起之病害

鐮胞菌（*Fusarium* spp.）是令植物病理人員棘手之菌類，斯奈德教授來台合作研究，打開鐮胞菌研究之門。從稻苗徒長病開始[61]，隨之亞麻立枯病[9]、西瓜、香瓜及甘藷蔓割病[55, 28, 47]、香蕉黃葉病[59]、芹菜及蘿蔔黃葉病[46, 57]；豌豆萎凋病及根腐病[19, 20]、蘆筍根腐病及萎凋病、百香果頸腐腐[113]。

稻苗徒長病

自1972年開始，孫、張、宇、余等[61]參予研究，證明本菌（*Gibberella fujikuroi*）為異絲生殖（heterothallic），八個子囊胞子一半為雌性，另一半為雄性，雌雄菌株配對方形成子囊殼，也可在人工培養基（Sach's medium加稻桿）上形成子囊殼。分生胞子之雌雄比為1：1，但也有中性胞子。在台灣子囊殼出現時期在六月下旬降雨之時，亦即第一期水稻收獲之前。子囊殼成熟後遇雨即放射胞子，汚染稻種，成為重要之感染源。*Fusarium moniliforme*（*Gibberella fujikuroi* 之分生胞子）在土中存活約120日，由以上之研究，完成稻苗徒長病之病害環。

西瓜蔓割病

雖然過去已有二、三報告，但以土傳性生態研究乃開始於黃氏之學士及碩士論文[55]。西瓜蔓割病菌（*F. oxysporam* f. sp. *niveum*）在土壤水分50～80%時存活最好，紅壤及壤土有利其存活。與玉米或甘蔗輪作，或土壤中添加洋菇廢土、田菁及大豆莖葉均可使土中病菌密度下降。在田間，西瓜蔓割病菌可存活於再生稻、香附、畔茅等野生雜草之老根上。鐮胞菌在培養中易於變異，隨培養日數逐漸增加。變異之方向為：胞叢型（野生型）→白色菌絲型→粘膜菌絲型→粘膜型，培養150日後，79%呈現變異。變異菌株病原性降低，果膠分解能力降低，存活力弱。在田間，硝態氮可使土中病菌密度降低，銨態氮則使其升高。黃、孫氏[62]發現彰化溪湖一處土為抑病土，縱加入病原菌（每克土中加入1～5 × 10^3菌體），西瓜亦不發病，將抑病土加之於導病土中（50%以上），導病土即有抑病現象。將抑病土加熱至100℃ 30分鐘，抑病力即消失。抑病土中腐生鐮胞菌約為導病土之6～12倍，其他眞菌及細菌亦多，抑病土含磷及有機質較多。

蘿蔔黃葉病

民國70年6月在台中縣新社鄉水井村及南投縣埔里大平頂同時發現蘿蔔黃葉病，經鑑定為 *F. oxysporum* f. sp. *raphani*，為台灣之新紀錄[57, 85]。羅、孫氏報告蘿蔔黃葉病發生於有機質缺少、pH低之粘土中，田間雜草馬齒莧、野莧、細柄黍、鴨舌黃之根部寓有黃葉病菌。壤土不利黃葉病菌之存活，壤土中胞子發芽及病害發生均低，壤土中細菌含量高。黃氏等在水井村作綜合防治示範，以免賴得千倍液或抑病土粉衣蘿蔔種子，田間施用1% S-H添加物並加用甘藍下位葉，結果顯示處理區增產40%，

防治率比對照區高 42～45%[57]。

羅氏自芥菜及芥藍分離得類似蘿蔔黃葉病菌，但前者寄主範圍廣，後者不爲害芥菜，電泳分析二菌之蛋白質帶也有差異，芥菜及芥藍之黃葉病菌可能爲 *F. oxysporam* f. sp. *conglutinans*[85]。

豌豆萎凋病及根腐病

民國 70 年秋冬季台灣中部豌豆發生萎凋病，經 Lin 等[112]證明爲萎凋（*F. oxysporum* f. sp. *pisi*）及根腐病（*F. solani* f. sp. *pisi*），二者均爲台灣新紀錄。兩種病菌田間垂直分佈多在 0～25 cm 之耕犁層，26～30 cm 之壓成盤處無病菌，40 cm 處又有少數。萎凋病菌呈聚集式水平分佈，根腐病菌爲均勻分佈[24]。兩期水稻後病菌密度下降至不可見，但種植豌豆後又陸續增加，旱作豌豆田中病菌消長不大，種子帶菌爲主要感染源[112]，但再生稻、稗、雀稗、節花路蓼、小葉灰藋、龍葵、山芥菜等之根部也寓有少數病菌[19]。汪等[20]報告在台灣 *F. oxysporum* f. sp. *pisi* 有二個生理小種，Race 2 及 Race 5。一如其他鐮胞菌，豌豆萎凋病菌隨培養日數而發生變異：菌叢菌（野生型）→粘膜菌絲型→粘膜型。菌叢型病原性最強，隨變異而降低，菌叢型及粘膜菌絲型在土中存活良好，粘膜型幾乎無法存活[26]。林等報告氰氮化鈣及 S-H 混合物可防治豌豆萎凋病，但後者不能防治根腐病。在水田地 S-H 混合物不但可防治萎凋病，且有增產效果。氰氮化鈣之效力在於其釋放尿素及氰酸，S-H 混合物之效力在於尿素並促進拮抗菌之產生[86]。

甘藷蔓割病（*F. oxysporum* f. sp. *batatas*）

1977 年廖朝暐完成一份相當分量的學士論文[47]。自病株分離得之病原菌有胞叢型及粘膜型，病原性無差異。菌絲生長適溫爲 24～32℃，產胞適溫爲 24℃。大胞子發芽適溫爲 22℃，小胞子發芽適溫爲 28℃，厚膜胞子發芽在 32～36℃之間。低溫（0℃，7 小時）處理或營養分（5% 葡萄糖加 0.05% proline）可促進厚膜胞子發芽。產胞與炭氮比成正比，但至 C/N = 30 時達至高峰。澱粉有利菌絲生長及小胞子產生，麥芽糖於大胞子及厚膜胞子產生。菌絲型及胞叢型之腐生力强，土壤 pH4.5～5 最適於發病，但甘藷蔓切口乾燥六小時後即可阻步病菌之侵入。台農 40 號最抗病，依次爲台農 22、27、42、56。腐生之鐮胞菌可作爲交叉保護之用。

芹菜黃葉病

1979 年鹿港地區芹菜發生黃化現象，經筆者分離得 *Fusaium oxysporum*，曾紫華[46]以芹菜黃葉病之研究完成其碩士論文並證明其爲 *F. oxysporum* f. sp. *apii*（FOA）。FOA 除爲害芹菜外，也侵害芫荽，但不爲害同科之胡蘿蔔。台灣無抗病品系，國外抗病品種西洋芹菜亦感病，但較本地種略抗。幼苗期最易受害，大株稍有抗性。FOA 之生長適溫爲 24～28℃，最適 pH 爲 5.2。水潛勢在 − 10 Bar 時菌絲生長及產胞最好，− 1 至 − 54 Bar 間均可發芽。FOA 產生脂肪、蛋白質、尿素及 PTE 分解酶。野生型菌落呈粉紅色至紫色，胞叢多，隨培養時間增長可變爲白色菌絲型、粘膜菌絲型，最後變爲粘膜型。變異後之菌株病原性大減，但存活力無差異。FOA 亦可寄生於馬齒莧、牛筋草、小葉灰藋、假吐金菊等雜草之根上並可在其上繁殖，故而增加土中之病菌密度。

香瓜蔓割病

香瓜蔓割病可能很早即存在於台灣，但無研究報告。1979 年筆者在中南部發現病株並分離得 *F. oxysporum*，1981 年周立瓴以此作爲碩士論文[28]。證明其爲 *F. oxysporum* f. sp. *melonis*。每克土中含 1.5×10^3 繁殖體於十日內即可使香瓜幼苗發病，農友公司之銀河香瓜爲抗病，天香及雪露爲中抗，餘均爲感病。本菌在水潛勢 − 2.34 bar 時生長最好，− 51.27 bar 時停止生長，產胞亦同。土壤中添加碳氮比較低之蝦殼、雞糞對本菌有抑制作用，碳氮比高之玉米粉、樹薯粉則促進其繁殖。在苗栗崎頂發現抑病土，在抑病土中厚膜胞子發芽率爲 96%，但 24 小時後發芽管均崩解。在導病土中厚膜胞子發芽率爲 89%，發芽管無崩解現象。在抑病土中接種病原菌 20 天後發病率爲 30%，導病土中爲 80%。抑病土中之腐生眞菌較多（32×10^3），細菌亦多（3×10^6），導病土中眞菌爲 8×10^3，細菌爲 1.4×10^6。

亞麻立枯病

1965 年無名氏報告台灣亞麻發生立枯病（萎凋病），其病原菌為 *F. oxysporum* f. sp. *lini*。杜氏[9]報告 1968 年彰化縣秀水鄉及福興鄉發病百分率為 10.9%，在 4600 公頃亞麻中有 120 公頃（2%）因立枯病全部廢耕。但亦有田發病率低。經研究顯示該田為抑病土，萎凋病在抑病土中不因連作而增加，反而減少。病原菌在抑病土中增加緩慢（8%），在導病土中增加 23～66%。加熱處理後抑病力未消失。抑病土為粘土，酸鹼值為 6.4～8.0，有機質 3.03～3.84%。

百香果頸腐病

Lin 等首先報告百香果（*Passiflora edulis* Sims）頸腐病係由 *F. solani*（Marti）Sacc 引起[133]，其有性世代為 *Nectria haematococca* Berh. & Bro.（異名為 *Hypomyces solani* (Berk. & Bro.) Snyder & Hansen），黃色種百香果有抗病性。自豌豆、菜豆、胡瓜、咖啡、枳殼等植物分離得之 *F. solani* 對百香果無致病力。Lin 等並證明為害百香果之 *F. solani* 為同絲生殖（homothallic），因之 Snyder 及 Hansen 認為同絲生殖之 *F. solani* 為腐生性[114]，似有修正之必要。

苦瓜萎凋病

1981 年 6 月，黃及孫在彰化溪湖發現苦瓜黃化、萎凋、莖部維管束褐化，經分離培養，得 *F. oxysporum*，接種試驗證明對苦瓜有病原性。再以西瓜、香瓜、絲瓜、胡瓜、甘藷蔓割病菌及芹菜、蘿蔔黃葉病菌作接種試驗，只有苦瓜之 *F. oxysporum* 引起苦瓜萎凋，孫、黃氏訂名本菌為 *F. oxysporum* f. sp. *momordicae*，為新紀錄之分化型[115]。目前苦瓜萎凋病已蔓延至全省各地，為苦瓜之首要病害。

番茄萎凋病

國外普通發生之番茄萎凋病（*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*），台灣迄未發現。僅 1944 年出版之台灣農家便覽中述及本病之病徵，但缺乏正式文獻報告，是否為鐮胞菌萎凋病，頗有疑問。澤田氏之菌類調查報告中亦無記載。1981 年 11 月黃振文在高雄縣彌陀鄉發現病株，經分離培養及接種，證明其為 *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*。據農民稱，發病番茄係荷蘭品種 WS-11，係荷蘭種子商委託在台灣採種，自病株及荷蘭進口之種子，均帶有病原菌（0～75%）。

唐昌蒲萎凋病

1963 年蔡雲鵬報告 *F. oxysporum* f. sp. *gladioli* 引起球莖乾腐，田間萎凋病由謝氏[80]首先報告。病株球莖帶菌率較健株多 10 倍，種植後球莖上病菌蔓延至根上再侵入至維管束，引起黃化萎凋。溫水 57.2℃處理球莖 30 分鐘可消除病菌，但發芽率降低。撲克拉（25% prochloraz）125 ppm 浸球莖三小時可清除球莖上病原菌，可供推廣之用。

胡麻萎凋病

胡麻（*Sesamum indicum* L.）萎凋病，1990 年鄭安秀首次發現於台南市台南區農業改良場內胡麻田內（鄭安秀未發表資料），經分離接種證明其病原菌為 *F. oxysporum* f. sp. *sesami*，目前尚未普遍。

疫病菌引起之病害

台灣地處亞熱帶，高溫多雨，疫病菌很普遍。1945 年前，澤田氏歷經二十餘年調查，計有 35 種[84]。後經張氏[49,50]及 Ho[103]重予校訂，再加最近安及柯[110]的新種三個，台灣的疫病菌計有 21 種：

Phytophthora boehmeriae Saw.
P. cactorum (Leb. & Cohn.) Schroer.
P. capsici Leon.
P. cinnamomi Rands
　(=*P. cinchonae* Saw.)
P. citricola Saw.
P. citrophthora (R. & E. Smith) L.
P. colocasiae Rac.
P. cryptogea Peth. & Laff.
P. cyperi (Ideta) Ito
　(=*P. cyperi-iriae* Saw.)
　(=*P. cyteri-rotumdati* Saw.)
P. melonis Katsura
　(=*P. drechsleri* Tucker)
P. heveae Thomp
P. humicola Ko & Ann
P. ingestans (Mont.) de Bary

P. insolita Ann & Ko
P. katsurae Ko & Chang
P. leesiae Saw.
P. macrospora (Sacc.) Ito & Tanaka
P. nicotianae Bred de Haan
(Syn. *P. parasitica* Tuck.)
(=*P. alli* Saw.)
(=*P. formosae* Saw.)
(=*P. lycopersici* Saw.)
(=*P. melongenae* Saw.)
(=*P. murragae* Saw.)
(=*P. ricini* Saw.)
(=*P. taihokuensis* Saw.)
P. palmivora (Butt.) Butt.
(=*P. carica* (Hona) Hori)
P. vignae Purss.

在此 21 種疫病菌中，因作物栽培之變遷，已有數種少有發現而失去其重要，茲將近年來重要疫病菌簡介如下：

Phytophthora cactorum

澤田（ 1927 ）首先報告爲害苧麻[88]，現苧麻已無栽培，以後即無本菌之報告。 1978 年高、呂氏報告爲害草莓，引起革腐病（果實）[42]。本菌爲同絲生殖，以卵胞子及厚膜胞子越冬，雨水爲游泳胞子形成之必要條件，也是病害傳播之主動力。花苞形成初期，噴射 70% 免得克寧混合可濕性粉劑（ Ronilan-M ） 500 倍，可以防治之。

Phytophthora cinnamomi

澤田（ 1942 ）報告爲害雞納樹，當時澤田[84]訂名爲 *P. cinchonae* Saw.，即 *P. cinnamomi* 之異名。近年來，爲害鳳梨引起心腐病[41.49.50]，爲害酪梨引起根腐病[93]，在美國加州是酪梨主要病害。據 Ann 及 Ko[93]之研究， *P. cinnamomi* 普遍存在於台灣各地土壤中，森林區更爲普遍，但並未招致嚴重病害發生，柯氏認爲台灣是本菌原產地之一，長久以來的演化，已與本島植物形成共存之組合。其 A^1 及 A^2 均存在於台灣且菌株間變異性存在。如得自柑橘之菌株與自土壤鳳梨、酪梨之菌株有明顯之差異，柑橘菌株可在 36℃下生長，亦不產生厚膜胞子，但各菌株之蛋白帶均相同，此種現象符合台灣爲 *P. cinnamomi* 原產地之假說[93]。

***Phytophthora parasitica*（＝*P. nicotianae*）**

澤田氏首先報告爲害茄子，以後又報告爲害番茄及蓖麻，當時命名爲 *P. melongenee*[84]。1955 年後，陳大武、李英敏等報告 *P. Parasitica* 爲害鳳梨、柑橘、洛神葵、蝴蝶蘭、康乃馨、番荔枝、百香果等。柑橘裾腐病爲重要病害， *P. parasitica* 爲病原菌之一，另外尚有 *P. citrophthora* 及 *P. palmivora*。陳氏[41]之鳳梨心腐病研究最爲詳盡。本菌以厚膜胞子存活土中，無論耕作地或處女地均本菌之存在，顯示本菌爲本地產而非由外地引入。夏秋颱風或陰雨連綿，造成鳳梨心腐病猖獗。菌系間病原性有差別，寄主範圍也不同，顯示 *P. parasitica* 有分化現象或有不同菌系。波爾多液、大富丹、好速殺、大生 A-40 均可防治鳳梨心腐病，有機汞最有效，但已禁用。

Phytophthora palmivora

本菌在台灣亦極普遍，引起木瓜疫病[54]、柑橘裾腐病及褐腐病[3]、蓮霧及印度棗疫病[49]。澤田[84]報告爲害無花果及蓖麻（當時命名爲 *P. carica*）。黃氏等[54]之木瓜疫研究最爲詳盡，高溫多雨時木瓜被害嚴重，罹病木瓜果腔內產生大量厚膜胞子，病果落於地下，增加土中病菌密度。接種試驗得知本菌尚可侵害柑橘、洛神葵、荔枝、番茄、鳳梨及馬鈴薯，亦在雜草節節花、亨利馬唐、短穎馬唐、白花霍香薊等之根部寄生。以礦物鹽溶液浸洗菌絲，除去有機養分，可使其產生大量胞囊，其中鈣鹽效果最好。

Phytophthora capsici

1977 年呂、高氏[30]及 1983 年張氏[50]均報告本菌引起甜椒及辣椒疫病，張氏[50]又報告茄子疫病也是本菌引起的。最近（ 1990 ）安寶貞又報告本菌引起康乃馨萎凋病[4]。呂、高[30]指出本菌菌絲生長溫度爲 12～28～32℃，游走子發芽溫度爲 12～28～40℃， 8 及 12℃游走子形成最多。尚未發現厚膜胞子，亦無卵胞子，在台灣 *P. capsici* 爲 A^1配對型[30]。除爲害甜椒及辣椒外，接種試驗亦侵害番茄、茄子、西瓜、洋蔥、茎藤、蘆薈、香石竹及吊鐘花。

Phytophthora citrophthora

1919年澤田氏[84]報告各害柑橘果實，但爲害樹幹引起裾腐病更爲重要（李英敏未發表資料），惜缺乏專題研究。安小姐[3]自全省229個柑橘園中之土壤，罹病果實、根系、葉片分離，也得到 *P. citrophthora* ，而以根系最多，均屬 A^1配對型，北部地區較多。1979年，高、呂氏[42]發現本菌引起草莓果實之革腐病，1990年黃氏[60]報告本菌引起番荔枝果實黑腐病（另一病原菌爲 *P. parasitica* ）。

***Phytophthora citricola* saw**

1927年澤田[84]自柑橘果實分離而得並命名爲新種。近年來謝（關西柑橘場65年年報）及安[3]均自柑橘園中土壤及根系分到此菌，台灣北部較多。平板培養時不產胞囊，但在水中可形成，胞囊形狀不規則，在PDA培養基上菌落呈菊花型。1983年張氏[50]報告本菌爲害草莓果實，屬同絲型。

Phytophthora colocasiae

1914年澤田[84]首先報告台灣芋疫病，當時命名爲 *Kawakamia colocasiae* (Rac.) Saw.，芋疫病仍普遍發生於台灣全省各地，但缺專題研究，可能是芋不是重要蔬菜之故。Ann等[94]採集全省疫病標本，分離得799個菌株，與 *P. nicotianae* var. *parasitica* 之 A^1及 A^2 配對型菌株對峙培養，證明台灣之芋疫病菌株均屬 A^2 型，此乃顯示 *P. colocasiae* 並非台灣土產。

Phytophthora eryptogea

1983年張氏[50]報告：黃振文自埔里非洲菊（*Gerbera hybride* Hort.）萎凋病株分離到 *Phytophthora* sp.，經張和喜博士鑑定屬 *P. cryptogea* 。安小姐也自梨山福壽山農場菊花萎凋病分劃。本菌生長適溫爲22～25℃，爲害溫帶地區之花卉，台灣高冷地栽培花卉，應特別注意。

Phytophthora melonis

Ho[103]認爲 *P. melonis* 與 *P. drechseri* 爲同種。1977年高及呂[37]首次在台灣報告本菌引起胡瓜疫病。近年來胡瓜疫病至爲猖獗，林及吳[25]對胡瓜疫之生態及防治有深入研究。本菌之胞囊不具脫落性，但可藉灌溉水及雨水將胞囊及游走子飛濺至地上部，引起萎凋。在淹水狀況下，病菌在土中僅能存活四週，故與水稻輪栽，可減少胡瓜疫病。接種源並非來自土壤或種子，而是來自附近之灌溉水。土壤中添S-H 混合物，地上部噴射滅達樂，可有效防治之[25]，二者單獨施用則無防治之效。

Phytophthora heverae, P. humicola, P. insolita

此三種疫病菌係由柑橘園土壤中分離而得，對柑橘無病原性。*P. heveae* Thomp 可自檳榔根部分得，國外報告 *P. heveae* 可爲害橡膠樹、可可椰子、檬果、酪梨及番石榴[3]。後二者係由Ko及Ann定名，均爲新種[110]，對柑橘無病原性，惟安[92]報告 *P. imsolita* 爲害多種植物，*P. humicola* 可爲害蘋果果實及胡瓜。

***Peronophthora litchii* Chen et al**

1934年台灣大學陳其昌教授在其家中荔枝園發現六月間荔枝果實腐爛落地，由病果分離得一種藻菌，其形態頗似露菌 Peronosopra ，但又可人工培養，故又似疫病菌 Phytophthora ，經數年研究，1961年發表論文，定名爲一新屬 *Peronophthora litchii* Chen，稱爲露疫病[101] 1978年Ko等提升爲一新科 Peronophthoraceae[109]，此科中目前只有 *P. litchii* 。5～6月間荔枝成熟之際若多雨，荔枝果實被害嚴重。本菌生長適溫爲27～28℃，8～20℃低溫處理菌落30分鐘，再移之於室溫下20分鐘即可釋放游走子，16℃處理者游走子最多。高及呂[39]報告荔枝露疫病菌胞囊發芽有數種方式：(1)發芽形成發芽管，(2)發芽釋放游走子，(3)發芽管頂端再形成小胞囊。胞囊之形成法頗似疫病菌。安氏[91]報告於濃霧之時本菌爲害花穗引起花腐病。78年度植物保護手冊中推荐5～6月間兩季來臨前或發病初期，撒佈腈醌銅、鋅錳克絕、快得寧或鋅錳乃浦，每週一次，約4～5次即可防治之。

疫病菌之其他研究

近年來安及柯對台灣之疫病菌生態、生殖、卵胞子發芽、酶的產生及一般調查作一系列研究[3,4,5,91-98,110]。卵胞子不易發芽，但經過錳酸鉀處理及照光，即可發芽，二個月培養者發芽率較高。異激素生殖（Hormonal heterothallism）係安、柯氏首創之假說[96]，異質的配對

型 A^1及 A^2菌株不需菌體之接合交換遺傳質，只需其分泌之荷爾蒙刺激即可產生卵胞子。氏等發現將 *P. parasitica* 或 *P. cinnamomi* 單胞菌株培養於含有殺菌劑 Chloroneb 或 Ethazol 的培養基中，A^1配對型可轉變爲 A^2配對型，反之亦然(103)。*P. paraaitica, P. cinnamomi, P. palmivora. P. capsici* 均產生脂肪分解酶、磷脂分解酶及尿素分解酶，*P. parasitica* 及 *P. palmivora* 亦產生果膠酶、澱粉酶 DNAse, pectate transeliminaase，但菌株間有明顯之差異(98)。

腐霉菌（Pythium）引起的病害

腐霉菌爲最普通常見之土棲多犯性病菌，引起幼苗猝倒病及根腐病。1943年前，澤田(84)報告有四種：*Pythium aphanidermat*（茄子及胡瓜綿腐病）、*P. debaryarum*（甜瓜之枯病）、*P. hydnosporum*（苧麻立枯病）、*P. spinosum*（金魚草及蔥苗腐病）。近年來有較深入研究，只是量的方面尙少。但鑒於目前提倡水耕設施園藝，腐霉菌的問題不可忽視。

***Pythium aphamidermatum*（Edson.） Fitz.**

本菌之寄主範圍很廣，過去報告爲害胡瓜、茄子、菸草(84)，硫球松幼苗、木瓜幼苗。民國72年玉米台農351號推出，莖腐病發生嚴重(15)。杜、蔡等報告以滅達樂（Ridomil-MZ）可有效防治。於玉米幼苗期（播種後35～40日）在1～4節處塗抹每克含卵胞20～30個之病土泥漿一層，接種後置於35℃之人工溫室中（濕度100%）三日後移至室外調查發病率作爲抗病篩選。

1987年林氏等(22,23,88)對胡瓜猝倒病及根腐病作詳盡研究。以胡瓜幼苗或馬鈴薯之塊切片測定土中接種源絕對潛勢，得知土中卵胞子密度與發病呈正相關（$Y = 0.78X + 20.22$，Y＝發病率，X＝馬鈴薯片被纏化率）。ID_{50}爲每克土中卵胞子爲7至8個(27)，有少數土爲抑病土，其接種源密度爲每克土中須有58個卵胞子。以S-H混合物0.5%加於土中，可抑制病菌之存活，其機制爲尿素之作用，但礦灰有附加效果(24)。

***Pythium debaryanum* Hesse**

松本巍首先報告本菌引起菸草舞病，1962年陳報告杉木幼苗立枯病也本菌所引起尙有其他菌類(40)。陳氏並推荐施用硫酸鋁酸化土壤誘發 *Trichoderma* spp. 大量繁殖，可抑制 Pythium。陳其昌氏(102)報告本菌引起硫球松幼苗猝倒病，除本菌外，尙有 *P. aphanidermatum, P. spinosum* 及 *P. vexans*。

***Pythium myriotylum* Drechsler**

有關本菌之報告不多，僅知它引起薑軟腐病、落花生莢腐病及菸草舞病，其中以薑軟腐病頗爲嚴重(27)。

***Pythium spinosum* Saw. 及 *P. ultimum* Trow.**

前者引起硫球松及菜豆幼苗猝倒病(102)，後者爲害木瓜，引起幼苗猝倒病。林等(88)報告 *P. spinosum* 亦引起胡瓜猝倒病，發病適溫爲24～28℃，*P. aphmidermatim* 亦引起胡瓜猝倒病，發病適溫爲32～36℃。前者發生於冬季，後者發生於夏季。

Rhizoctonia solani Kühn 引起之病害

R. solani 爲多犯性重要病原菌，但1945年以前有關本菌之研究不多，只1919年澤田(84)報告菜豆大粒白絹病及水稻紋枯病，且當時病原菌命名爲 *Hypochnus sasakii* Shirai。自1960年迄今三十年間，有關 *R. solani* 之研究報告計有43篇以上，自蔡、杜之鐘痲及棉花腰折病(8,10,74)，水稻紋枯病(13,45,48,70)，馬鈴薯黑痣病(6)、鳳梨根腐病、柑橘裾腐病、木瓜腰折病、落花生黑莢病(16)以至最近之菊花莖腐病(30)、玉米紋枯病、菱角紋枯病及康乃馨莖腐病(89)。

雖然 *Rhizoctonia solani* Kühn（菌核世代）早於1858年訂名，其擔子世代世於1956年訂爲 *Thanatephorus cucumeris*（Frank）Donk，但有很長時期其學名非常混亂，常被稱爲 *Corticium solani*，*Pellicularia filamentosa* 或 *Hypochnus sasakii*，杜氏曾有整理報告(11,12,14)，頗具參考價值。柯教授(108)指出 *R. solani* 爲原始型病原菌，其生活史可分爲五期：病原期、寄生期、休眠期、腐生期、存活期。杜等以土壤平板法誘使產生擔胞子(10,119)，自鐘痲、黃

麻、棉花分得之 *Pellicularia filamentosa*（*R. solani*），其病原性強弱不同，似有生理分化現象[120]。杜及張[12]以菌絲融合法將各地分離之 *R. solani* 區分爲五個菌絲融合群；AG-1（來自花生、大豆、亞麻、水稻、菜豆、茄子、高粱），AG-2（來自香椒、亞麻、萊菔、芫荽、茄子），AG-4（來自青葱、番椒、菊花、西瓜、黃麻、木槿、亞麻、茄子），AG-5（來自大豆、土壤）。本菌以菌核及菌絲存活於土中之有機物殘體上，自表土至30公分深處均有之，愈深愈少。但若種植感染性作物（黃麻），土壤中接種源密度可增加25～30%。

由*R. solani* AG-1引起之水稻紋枯病，爲本省之重要病害，每年被害百分率超過10%以上，成爲重要之風土病[12]。菌核爲初次感染源，菌核附著於植株上，分蘗期稻叢間濕度增大，菌核開始發芽感染水稻，而後菌絲交織於稻葉間進行二次感染，故初次感染源多寡爲紋枯病嚴重與否之重要關鍵[12]。管、劉、郭[48,70]報告紋枯病菌分泌果膠分解酶、磷脂分解酶，吳氏報告紋枯病菌亦產生 Phenyl acetic acid及 meta, para-hydroxyphenye acetic acid。

對稻紋枯病而言，目前尙無抗病品種，仍以化學防治爲主。歷年來篩選藥劑已有15種：福多寧、滅紋乳劑、鐵甲砷酸銨、甲基砷酸鈣、保粒黴素、滅普寧、維拉黴素、賓克隆等（植保手冊1990）。生物防治也選出數種拮抗菌 *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Nocardia* sp., *Bacillus, subtilis, Trichoderma harzianum.*[18,30,31,43,44,118]，但田間效果不彰。只劉氏以 *Trichoderma koningii* 之耐免賴得菌株之培養濾液拌紅豆種子或水稻殼及米糠培養之 *T. koningii* 放入植穴中（每穴一克），可以防治紅豆根腐病（*R. solani* AG-4）[71]。

***Sclerotium rolfsii* Sacc.**
引起之白絹病

S. rolfsii 有性世代之學名也一度頗爲混亂，1931年 Curzi 命名爲 *Corticium rolfsii*，1964年 West 命名爲 *Pellicularia rolfsii*，杜（1975）歸之於 Athelia rolfsii[11]。

S. rolfsii 爲亞熱帶之重要土傳性多犯病原菌，菌核之殘存力強，不易防治。1919年澤田即報告菜豆、番茄、胡蘿蔔、萘菜、落花生、黃麻、鐘麻、古柯樹等之白絹病[84]。1970年後，吳龍溪及劉嵋恩以白絹病之研究爲主，楊、吳氏以 PCNB 處理白絹病菌，促進變異，變異菌株可耐250 ppm之 PCNB，仍形成菌核，病原性穩定且殘存力更強[64]。劉及吳證明菌核黑變乃因多酚氧化酶隨菌核之成熟而增加之故，與人之黑髮、馬鈴薯塊莖黑變及花生冠腐病菌（*Aspergillus niger*）胞子變黑相似，而非蟲漆酶及兒茶酚氧化酶之故[68]。劉及郭研究白絹病菌之菌核形成過程並發現於菌絲長滿培養皿後翻面再培養之，可同步形成大量菌核[69]。最近甜菊、菱角及百合花相繼發生白絹病[33,72,81]。杜等以 P.E.塑膠布覆蓋地面吸收太陽熱能以防治白絹病[17]，覆蓋處理者中午土中溫度可達51℃，兩週內40℃以上之時間可達119小時，足以殺死菌核，若再添加苜蓿、太陽麻或玉米莖，效果更佳。方氏[2]報告尿素及其他氮化物如氰氮化鈣、硝酸銨、氯化銨、硫胺等皆能抑制菌核發芽，尿素及氰氮化鈣更能殺死菌核。土中之微生物如 *Trichoderma harzianum* 及 *Fusarium ventricosum* 能放出尿素酶，分解尿素產生氨氣，殺死菌核，此乃尿素防治白絹病之機制[2]。

Sclerotinia sclerotiorum
等引起之菌核病

菌核病出現於台灣冬、春季低溫多雨之時，台灣中、北部發生多，寄主範圍極廣，澤田1912[84]報告多至29科104種植物，謝、邱整理中外文獻，寄主植物有134種[82]。其間松本氏首次報告菸草菌核病，黃東麟繼之作菸草菌核病防治試驗，以後即未見有關菌核病之研究。1976年始吳文希報告大蒜菌核病[121]，劉惠元研究菌核病菌之生態並得知該菌分泌果膠分解酶、纖維分解酶及磷脂分解酶[66,67]。菌核存活時間很長，1～4月低溫多雨時菌核發芽形成子囊盤，子囊胞子放射感染多種植物。Huang 等報告培養在10～16℃下形成之菌核，不經休眠在21℃濕濾紙上照光，三週間即形成子

囊盤，在 25～30℃培養下形成之菌核，需四週方可發芽[104]。蘇[90]及劉[67]自腐爛之菌核上分得數種拮抗菌包括放線菌細菌及眞菌，其中 *Gliodladium delequenscens* 及 *Penicillium vermiculatum* 之拮抗力最强。李、吳[7] 也分得 *Trichoderma viride* 及 *Gliocladium virens* ，其防治效果與殺菌劑 DCNA 及免賴得相同。 Wu [123]報告除 *T. viride* 外，利用太陽熱能及氰氮化鈣均可抑制菌核產生子囊盤。

Anton de Bary 1884 訂 *S. sclerotiorum*（Lib.）學名，另有異名 *Sclerotinia libertinia* Fuckel 1870，1972 年 Karf 及 Dumont 修訂爲 *Whetzelina sclerotiorum*（Lib.），但迄今多數人仍用 *S. sclerotiorum* 。

葱小菌核病（*Ciboria alli*）

1919 年澤田[84]報告蔥及洋蔥小粒菌核病係由 *Sclerotinia alli* Saw.引起。秦登 1951 年報告台北發生嚴重並以阿蘇仁防治之。呂、吳[28]亦報蔥小菌核病在北部發生情形，並介紹修訂之學爲 *Cibronia alli*（Saw.）Kohn., 其子囊胞子 4 大 4 小（大小比 1:1），小子囊胞子不發芽，夏季以菌核越夏。

桑椹菌核病（*Ciboria shiraiana*（Henn.）Whetzel）

1919 年澤田[84]首先報告，病原菌爲 *Sclerotinia shiraiana* Henn., Whetzel 及 Wolf 鑒於桑椹菌核病菌缺少分生胞子世代，乃修訂其學名爲 *Ciboria shiraiana*（Henn.）Whetzel。1980 年桑椹菌核病在南投縣中興新村大發生，Lin 及 Lo[111]報告越冬菌核落於土中，翌春降雨而溫度爲 12～16℃時，菌核發芽形成子囊盤。劉[66]報告除草劑 Atrazine 及 Diuron 、殺菌劑免賴得、 DCNB 及 Ronilan 均可抑制子囊盤之形成。

十字花科蔬菜根瘤病

由 *Plasmodiophora brassicae* Wor. 引起之十字花科蔬菜根瘤病，是古老病害之一。 1933 年澤田[84]首次報告在台灣發生，以後即無本病之報告及研究。 1985 年頃，根瘤病在新竹桃園地區普遍發生，謝文瑞教授乃開始其本病系列研究。謝等[75]調查全省 119 處土壤，有 47 處含有根瘤病菌，但只有 9 處發生病害，分佈於桃園、新竹及台中。土壤 pH 在 4～7.7 間，感病品種爲芥菜、四川榨菜、不結球白菜、結球白菜及油菜。甘藍、芥藍、花椰菜、青花菜及蘿蔔未見有根瘤形成。謝等[78]亦報告在台灣十字花科蔬菜根瘤病菌之生理分化共有二型：ECD 16/0/0 及 ECD 16/0/31。蘆竹、香山、大里、大肚、二林等地屬 ECD 16/0/0 型，思源、南山二地屬 ECD 16/0/31 型。甘藍、青花菜及花椰菜屬 ECD 16/0/0 型。

楊及謝在土中添加 0.5% 或 1%S-H 混合物，可有效抑制青江白菜根瘤病之發生，進一步發現僅 S-H 混合物之蚵殼粉加礦灰或單獨使用礦灰也具有防治之效[65]。礦灰中之氧化鈣及氧化鋁可降低青江白菜根毛的感染率，單獨使用碳酸鈣亦可抑制根瘤病，結論謂土中鈣離子是防治根瘤病的主要成分[77]。育苗土中添加 1% 碳酸鈣或礦灰，在育苗袋中培育白菜幼苗 32 天後移植於病土中，根瘤病發生率便爲 13% ，而對照處理爲 50% ，高含量的鈣具有更好的防治效果[52]。此方法簡便而經濟，値得推廣。

抑病土及生物防治

1975 年杜等首先發現彰化縣秀水鄉亞麻萎凋病（*Fusaium oxysporum* f. sp. *lini*）之抑病土[9]。抑病土中接種亞麻萎凋病菌，種植亞麻亦會萎凋，但不因連作而增加病害，反而減少病害。抑病土中病原菌增加緩慢，約爲 8% ，而導病土病原菌增加約爲 23～66% 。該抑病土爲泥板岩。 1984 年黃及孫[55]在彰化縣溪湖發現西瓜蔓割病（*F. oxysporum* f. sp. *niveum* (FON)）之抑病土，在抑病土中， FON 厚膜胞子發芽率爲 18% ，在導病土中爲 81～93% 。抑病土中每克土壤接種 FON 2.5～6 × 10^3 菌體，西瓜幼苗發病率爲 20% ，導病土爲 80% 。抑病土及導病土之 pH 分別爲 7.1 及 6.4 ，抑病土屬粘土，有機質含量高，磷之含量高出導病土約六倍。抑病土中腐生之 *Fusarium* spp. 較導病土多 6～12.5 倍，將抑病土加熱（100℃，

30分鐘）其抑病力即消失。但若再添加由抑病土或導病土中之微生物，抑病土之抑病力即可恢復，但導病土則仍不抑病[58]。抑病土之抑病效應與土中病原菌之密度有關，當每克土中含菌量爲 10^3 或 5×10^3 時，均可抑制病害之發生，當密度增至 10^4 時，發病率亦僅爲14%，若密度增爲 5×10^4 時，抑病土之抑病力即消失[55]。Huang等[105]證明抑病土在鹼性液中產生揮發性氣體，有抑制病原菌胞子發芽之能力，以微生物抑制劑如Rose bengal、Streptomycin或Rubigan處理抑病土，可部分或全部消除其抑病力，導病土中添加微生物或豆餅等，仍不能使其成爲抑病土，由此可知抑病土之抑病力爲生物性及非生物性。莊氏[50]在高雄縣亦發現香蕉黃葉病（*F. oxysporum* f. sp. *cubense*, race 4）之抑病土，其特性與黃氏等之抑病土相似。

王及謝[1,76]在花蓮及彰化發現十字花科蔬菜根瘤病之抑病土，抑病土之pH值高，含有高量鈣離子，加熱處理未消滅其抑病力，故爲非生物性。

生物防治爲近年來世界各國植物病理界研究重點，台灣亦很活躍。自單純的利用拮抗眞菌及細菌至間接的利用土壤添加物以增加拮抗菌、腐生菌及微量元素，達致防治病害效果[6,18,30,31,43,44,67,90,118,124]。拮抗菌及腐生微生物普遍存在於一般土壤中，在培養皿內之拮抗效果明顯，但施之於田間往往效果不彰，其原因倘在探討。劉[77]以稻殼米糠培養 *Trichoderma Koningii*，每植穴放一克 *T. Koningii* 菌種，或以 *F. Koningii* 胞子懸浮液拌種紅豆種子，均可增加健康株數14～56%吳、劉、陳[30,31,118]分離得拮抗菌 *Aspergillus* spp.、*penicillium* spp.、*Trichoderma.* spp.及 *Bacillus subtilis* 等對 *R. solani* 有強大拮抗效力。可防治菊花莖腐病，尤其以鋸木屑培養 *Penicillium* sp.、*T. harzianum* 或 *Bacillus subtilis* 施於土中之防治效果特優[118]。

傳統的土壤添加物爲古老的農業操作，主要爲維持土壤肥力，其對病害之防治效果不易評估。1983年孫及黃[63,116,117]發展成功S-H混合物，是農工業副產物再加尿素、硝酸鉀及過磷酸鈣而成，可防治西瓜蔓割病、蘿蔔黃葉病、豌豆萎凋病、胡瓜猝倒病及根腐病、十字花科蔬菜根瘤病、番茄青枯病，示範試驗顯示可防治薑軟腐病（*Puthium myriotylum*）、荔枝露疫病（*Peronophthora litchii*）及絲瓜萎凋病（*F. oxysporum*），又可防治甘藍緣枯病（缺鈣）、柑橘缺鎂、缺鐵等症，又可使檬果、荔枝、龍眼提早開花結果。

土壤傳播性病害研究之展望

隨農業之開發，積約栽培，化肥施用及至設施園藝，土傳性病害有日漸增加趨勢，而土壤中病原菌之生態環境至爲複雜，吾人所知者不多，雖然近十年來國內外研究漸多，但資料仍嫌欠缺，亟需今後積極研究。

一、生物防治爲根部病害防治之重要策略，其成功可能性高，台灣應繼續積極研究。拮抗菌及腐生菌之利用，爲生物防治之技巧，單純的室內或溫室試驗均有令人興奮結果，如何促進其施用於田間之效果，爲今後努力重點。這方面需集合菌類生理、植物病理及土壤微生物專家共同協手研究。拮抗菌之生理、營養需求、礦物質及土壤質地、溫濕度等關係，吾人瞭解不多。最重要者爲拮抗菌株之篩選，菌類變異爲普遍現象，拮抗菌亦然，如何挑選拮抗力大而生存强之菌株是研究者之智慧。筆者認爲自抑病土中挑選出之拮抗菌及腐生菌具有莫大潛力，而抑病土之特性研究乃爲維持拮抗菌及腐生菌存活及繁殖之本。

二、潛隱性疾病之肆虐：所謂潛隱性病害（subclinical disease）乃指有些菌類寄生於植物根部，不引起明顯病徵，但可導致生長漸衰及產量降低。目前所知者有 *Pythium* spp.、*Fusarium* spp.等常寄宿於植物根部，長久以來未被發現，當土壤燻蒸後，作物生長立即旺盛，產量大增，潛隱性疾病之影響得以顯現。迄今潛隱性疾病之研究倘在發軔階段，值得植物病理人士加以注意。也許潛隱性菌類是生物演化過程中生態體系之一環，若遽而除去，是否引起重大病害之入侵，也是未卜之天，不可不注意。

潛隱性疾病在宿根栽培、連續栽種同一種作物或生長期長久之作物或樹木方面較多，除

菌類關係外，營養的缺乏或不平衡尤其微量元素也可能是因子之一。近年來許多次要性疾病或慢性病害逐漸增多，為植物病害方面值得注意的新課題。

三、土壤添加物之研究：長久以來，農民添加堆肥、廄肥、草木灰或綠肥於田土中，主要目的為維持土壤肥力。自工商業發達後，農業人口銳減，有機添加物之施用日漸不用，專施化學肥料，久之乃發現土傳性病害日有增加，才領悟到有機添加物之重要性。自從 S-H 混合物發展出並經多年室內及田間試驗證明可防治土傳性病害並促進作物生長。黃氏於 1990 年推出之 SF-21，防治濕地松幼苗猝倒病效果卓越（尚未發表資料）。類似之合成添加物可望有更多出現，以抑制難以化學防治之土傳性病害。近年來有心人士在提倡有機農業，以解救農業企業化之危急，土壤添加物正符合有機農業之理念。

引用文獻

1. 王肇芬、謝文瑞 1986 十字花科蔬菜根瘤病抑病土之特性及抑病因子之研究。植保會刊 28:363-370。
2. 方新政 1988 尿素及其他氮化物在土壤中毒殺白絹病菌之機制及防治應用之研究。國立台灣大學植物病蟲害學研究所博士論文。
3. 安寶貞 1989 台灣柑橘之疫病。台灣省農業試驗所特刊 27:212-222。
4. 安寶貞、Knnimoto, R.、柯文雄 1990 台灣與夏威夷之康乃馨疫病。植保會刊 32:145-157。
5. 安寶貞、柯文雄、高清文 1991 台灣土傳性疫病之防治及抑病土壤。植保會刊 33:142-147
6. 朱芬芬、吳文希 1980 馬鈴薯黑痣病之生物及化學防治。植保會刊 22:269-286。
7. 李秀珠 1989 香蕉黃葉病菌之變異。國立台灣大學植物病蟲害學研究所碩士論文。
8. 杜金池、游江海 1969 同一田間纖維作物腰折病菌 *Pellicularia filamentosa* 菌株之初步研究。植保會刊 3:105-110。
9. 杜金池、程永雄、陳敏 1975 台灣亞麻萎凋病之抑病土壤。植保會刊 17:309-399。
10. 杜金池、程永雄、張贛發 1975 腰折病菌擔胞子在田間自然發生情形和功能之研究。植保會刊 17:434（摘要）
11. 杜金池 1975 Rhizoctonia 和 Sclerotium 屬病原菌的鑑定和在土壤中之生態。植保會刊 17:155-172。
12. 杜金池、張義璋 1978 *Rhizoctonia solani* Kübn 之菌絲融合群。水稻病蟲害：生態學與流行學（邱人璋編，263-285 頁），中國農村復興聯合委員會出版。
13. 杜金池、張義璋 1991 稻紋枯病之生態及防治。農業試驗所專刊 32:65-81。
14. 杜金池、張義璋 1983 近年來本省 Rhizoctonia 屬病原真菌研究之回顧。植保會刊 25:213-229。
15. 杜金池、曾建銘、鄭安秀 1985 玉米莖腐病及其防治法。植保會刊 27:464-465。
16. 杜金池、程永雄、鄭安秀、陳紹崇 1987 落花生果莢黑斑病之發生及其防治研究。植保會刊 29:433-434。
17. 杜金池、程永雄、黃杉莛 1991 應用太陽能及有機綠肥對番茄白絹病之防治效果。植保會刊 33:95-102。
18. 沈美珍、陳昇明 1978 *Rhizoctonia solani* 頡頏菌（*Nocardia* sp.）之生理研究。植保會刊 20:383（摘要）
19. 汪碧涵、林益昇 1985 豌豆萎凋病及根腐病菌在水田裡之生態。植保會刊 27:317-324。
20. 汪碧涵、羅朝村、林益昇 1990 台灣豌豆萎凋病菌之生理小種。植保會刊 32:233-236。
21. 林益昇、段中漢 1988 枇杷白紋羽病及其病原菌。中華農業研究 37:305-312。
22. 林益昇、楊慶鴻 1987 *Pythium aphanidermatum* 之絕對接種源潛勢。植保會刊 29:427-428（摘要）。
23. 林益昇、羅朝村 1987 土壤添加物對胡瓜根腐病之影響。植保會刊 29:428（摘要）。
24. 林益昇、羅朝村 1988 S-H 混合物防治胡

瓜猝倒病及根腐病。植保會刊 30:223-234（摘要）。
25. 林益昇、吳瑞香 1985 *Phytophthora melonis* 在水田裡之生態及防治。植保會刊 27:257-266。
26. 林益昇、汪碧涵、羅朝村 1988 豌豆萎凋病菌之變異與存活。植保會刊 30:15-23。
27. 林柳澤、張松壽、呂理燊 1971 薑軟腐病。植保會刊 13:54-67。
28. 周立弧 1981 香瓜蔓割病之研究。國立中興大學植物病理學研究所碩士論文。
29. 呂理燊、吳宏國 1985 葱小菌核病及其病菌子囊胞子之兩形現象。植保會刊 27:87-97。
30. 呂理燊、高清文 1981 *Phytophthora capsici* 引起的甜椒及辣椒之疫病。植保會刊 25:59-66。
31. 吳文希、郭美慧、陳昇明、劉顯達 1990 菊花莖腐病之綜會防治。植保會刊 32:77-90。
32. 吳文希、劉顯達、張雅君、陳昇明 1986 拮抗菌與 *Rhizoctonia solani* 之間的重寄生關係。植保會刊 28:91-100。
33. 郭克忠、劉嵋恩 1984 白絹病菌菌核形成與發育。植保會刊 26:347-365。
34. 梁文進 1979 甜菊白絹病。植保會刊 20:384（摘要）。
35. 高清文、呂理燊 1976 荔枝露疫病菌胞囊之發芽及游走子之釋放。植保會刊 18:407（摘要）。
36. 高清文、呂理燊 1977 冬瓜之疫病。植保會刊 19:302（摘要）。
37. 高清文、呂理燊 1977 台灣未發表的三種疫病菌。植保會刊 19:302（摘要）。
38. 高清文、呂理燊 1978 *Phytophthora cactorum* 及 *Phytophthora citrophthora* 引起的草莓果腐病。植保會刊 20:384-385（摘要）。
39. 高清文 1978 *Phytophthora cryptogea* 引起的非洲菊根腐病。植保會刊 20:385（摘要）。
40. 陳大武 1962 台灣森林苗圃針葉樹幼苗之病害(一)。植保會刊 4:74-82。
41. 陳大武 1966 台灣鳳梨心腐病發生之情形，猖獗因子，病菌菌系及其藥劑試驗。植保會刊 8:437-484。
42. 陳際松、謝式坪鉦 1977 蝴蝶蘭疫病。植保會刊 19:304（摘要）
43. 陳際松、謝式坪鉦 1978 台灣發生之蝴蝶蘭黑腐病。植保會刊 20:161-170。
44. 陳昇明、劉俊銘 1977 *Nocardia* sp. 對 *Rhizoctonia solani* 之頡頏作用。植保會刊 19:301（摘要）。
45. 陳昇明、郭文良 1985 枯草桿菌對水稻紋枯病菌之拮抗作用及防治效應。植保會刊 27:95-103。
46. 曾紫華 1983 芹菜黃葉病之研究。國立中興大學植物病理學研究所碩士論文。
47. 廖朝偉 1977 甘藷蔓割病之研究。國立中興大學植物病理學系學士論文。
48. 管大立、郭孟祥 1974 水稻紋枯病菌磷脂分解酵素及其與病變過程之關係。植保會刊 16:1-11。
49. 張和喜、謝煥儒 1977 台灣疫病菌類之研究。作物土壤病害研討會（171-184頁）。台灣大學農學院出版。
50. 張和喜 1983 台灣作物疫病概況。植保會刊 25:231-237。
51. 莊再揚 1986 香蕉黃葉病抑病土之研究(一)，抑病土之篩選。植保會刊 28:345-352。
52. 莊再揚 1988 香蕉黃葉病抑病土之研究(二)，抑病土之持性。植保會刊 30:125-134。
53. 黃勝智、謝文瑞 1987 育苗土添加鈣化物防治山東白菜根瘤病之研究。植保會刊 29:25-32。
54. 黃東煌、陳大武、呂理燊 1976 台灣木瓜疫病之研究。植保會刊 18:293-303。
55. 黃振文 1978 西瓜蔓割病菌的生物學及其防治試驗。國立中興大學植物病理研究所碩士論文。
56. 黃振文、孫守恭 1984 西瓜蔓割病的抑病與導病土。植保會刊 26:305-313。
57. 黃振文、孫守恭、莊慶芳 1986 蘿蔔黃葉病綜合防治之研究。植保會刊 28:81-90。
58. 黃振文、孫守恭、謝廷芳 1989 利用抑病

土之特性作西瓜蔓割病綜合防治之研究。植保會刊 31:104-118。
59. 黃新川 1985 香蕉黃葉病之生態與防治。植保會刊 27:233-245。
60. 黃檍昌、呂麗華、李惠玲 1991 *Phytophthora citrophthora* 及 *Phytophthora nicotianae* 引起的番荔枝果實黑變病。植保會刊 33:103-112。
61. 孫守恭 1978 稻苗徒長病菌之生態及生殖。水稻病蟲害：生態學及流行學（303-317頁，邱人璋編），農復會出版。
62. 孫守恭、黃振文 1977 西瓜蔓割病菌在土中的存活。植保會刊 19:257-264。
63. 孫守恭、黃振文 1985 土壤添加物防治鐮胞菌萎凋病之機制。植保會刊 27:159-169。
64. 楊位剛、吳龍溪 1970 白絹病菌對 PCNB 之耐藥性及其病原性之變化。植保會刊 12:194（摘要）
65. 楊慶鴻、謝文瑞 1985 土壤添加物對十字花科蔬菜根瘤病之防治效果。植保會刊 27:225-231。
66. 劉惠元 1977 作物菌核病菌之生理與生態之研究。國立中興大學植物病理學研究所碩士論文。
67. 劉惠元 1989 *Gliocladium deliquenscens* 及 *Penicillium vermiculatum* 對 *Sclerotinia sclerotiorum* 之超寄生性。植保會刊 31:175-184。
68. 劉嵋恩、于浩、吳龍溪 1977 白絹病菌菌核暗色色素之分離、純化及鑑定。植保會刊 19:223-237。
69. 劉嵋恩 1986 簡易白絹病菌菌核同步形成法。植保會刊 28:389-394。
70. 劉顯達、郭孟祥 1973 水稻紋枯病菌之果膠分解酵素與紋枯病病變過程之關係。植保會刊 15:182（摘要）
72. 蔡武雄、吳金助 1981 菱角白絹病。植保會刊 23:47-49。
73. 蔡武雄、段中漢、蔡淑珍、杜金池 1989 玉米莖腐病之抗病篩選方法。植保會刊 31:402-403（摘要）
74. 蔡雲鵬 1962 土壤病原菌 *Pellicularia filamentosa* 之生態研究。植保會刊 4:65-73。
75. 謝文瑞、楊慶鴻 1985 台灣十字花科蔬菜根瘤病之發生調查及品種之罹病性。植保會刊 27:3-10（英文附中文摘要）。
76. 謝文瑞、王肇芬 1986 台灣十字花科蔬菜根瘤病抑病土之調查。植保會刊 28:352-362。
77. 謝文瑞、楊慶鴻、黃勝智 1987 土壤添加物對蔬菜根瘤病菌感染根毛、游走子形成及病害發生之影響。植保會刊 29:117-122。
78. 謝文瑞、黃一修 1988 台灣十字花科蔬菜根瘤病菌之病原性生理分化。植保會刊 30:393-398。
79. 謝式坪鈺、羅靜儀 1976 菊花莖腐病之研究 (1) 病徵及病原菌之生理性質。植保會刊 18:338-345。
80. 謝式坪鈺 1985 唐昌蒲萎凋病之生態及防治。植保會刊 27:247-256。
81. 謝廷芳、杜金池、蔡武雄 1989 百合白絹病之發生。植保會刊 31:400-401。
82. 謝豐美、邱坤元 1975 *Sclerotinia sclerotiorum* 的寄主植物。台灣大學植物病蟲害學刊 4:120-132。
83. 澤田兼吉 1912 甘藍菌核病。台灣總督府農事試驗場特刊報告第四號 :83-140。
84. 澤田兼吉 1919-19 台灣產菌類調查報告 1-10 篇。
85. 羅朝村、孫守恭 1986 台灣十字花科蔬菜黃葉病菌之特性研究。植保會刊 28:213-223。
86. 羅朝村、林益昇 1989 氰氮化鈣防治豌豆萎凋病之機制。中華農業研究 38:365-373。
87. 羅朝村、杜金池 1989 康乃馨眞菌性萎凋病之研究。植保會刊 31:400（摘要）。
88. 羅朝村、林益昇 1990 溫度影響 *Pythium aphanidermatum* 及 *Pythium spinosum* 對胡瓜根部的感染。植保會刊 32:1-9。
89. 羅朝村、杜金池、蔡武雄 1990 康乃馨莖腐病菌之融合群與病原性的測定。植保會刊 32:158-161。
90. 蘇淑眞、孫守恭 1978 *Sclerotinia sclerotiorum* 拮抗菌之拮抗作用。植保會刊 20:244-

252。

91. Ann, P. J. 1984. Blossom blight of litchi in Taiwan. Plant Dis. 68:826.
92. Ann, P. J. 1984. Species, mating type and pathogenicity of Phytophthora distribution in citrus orchards in Taiwan. Trans. Br. mycol. Soc. 82:631-634.
93. Ann. P. J., and Ko, W. H. 1985. Variants of *Phytophthora cinnamomi* extend the known limits of the species. Mycologia 77: 946-950.
94. Ann, P. J., and W. H. 1986. Mating-type distribution of *Phytophthora colocasiae* in Taiwan. Mycopathologia 93:193-194.
95. Ann, P. J., and Ko, W. H. 1988. Induction of oospore germination of *Phytophthora parasitica.* Phytopathology 78:335-338.
96. Ann, P. J., and Ko, W. H. 1988. Hormonal heterothallisam in *Phytophthora parasitica*: A novel mode of sexual reproduction. J. Gen. Microbiol. 135:2985-2992.
97. Ann, P. J., and Ko, W. H. 1989. Effect of Chloroneb and Ethazol on mating type of *Phytophthora parasitica* and *P. cinnamomi.* Bot. Bull. Academia Sinica 30:207-210.
98. Ann, P. J., and Ko, W. H. 1990. Survey of enyzme activity on solid media in *Phytophthora.* Can. J. Bot. 68:139-140.
99. Chang, H. S., and Shu, I. M. 1981. Betle decline in Taiwan. Bot. Bull. Academia Sinica 22:1-7.
100. Chang, H. S. 1988. Phytophthora species associated with strawberry fruit rot in Taiwan. Bot. Bull. Academia Sinica 29:61-67.
101. Chen, C. C. 1961. A species of Pernophthora gen. nov. parasitic on litchi fruit in Taiwan. National Taiwan University Special Publication No. 10:1-37.
102. Chen, C. C., Chen, J. S., and Huang, Y. S. 1969. A study of soil fungi from forest nurseries of Taiwan. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 11:11-21.
103. Ho, H. H. 1990. Taiwan Phytophthora. Bot. Bull. Academia Sinica 31:89-106.
104. Huang, H. C., and Kozub, G. C. 1989. A simple method for production of apothecia from sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum.* Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 31:333-345.
105. Huang, J. W., Sun, S. K., and Ko, W. H. 1988. Characteristics of inhibition of a Taiwanese soil suppressive to *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani.* J. Phytopathol. 123:165-173.
106. Kao, C. W., Masago, H., and Leu, L. S. 1982. Identification of *Phytophthora* species by dics electrophoresis. Plant. Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 24:193-200.
107. Kao, C. W., and Leu, L.S. 1982. Phytophthora stem rot of cowpea caused by *Phytophthora vignae* Purss. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 24:189-191.
108. Ko, W. H. 1977. Ecology of primitive pathogen: *Rhizoctonia solani.* pp.29-36, in Soilborne Disease Seminar. National Taiwan University.
109. Ko, W. H., Chang, H. S., Su, H. J., Chen, C. C., and Leu, L. S. 1978. Peronophthoraceae, a new family of Peronosporales. Mycologia 70:380-384.
110. Ko, W. H., and Ann, P. J. 1985. *Phytophthora humicola,* a new species from soil of a citrus orchard in Taiwan. Mycologia 77:631-636.
111. Lin, Y. S., and Lo, J. Y. 1983. Swollen fruit of mulberry in Taiwan: The pathogen, disease cycle and factors affecting the apothecia formation. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 25:157-166.
112. Lin, Y. S., Sun, W., and Wong, P. H. 1984. Fusarium root rot and wilt of gar-

den peas in Taiwan. Jour. Agric. Res China 33:395-405.

113. Lin, Y. S., and Chang, H. J. 1985. Collar rot of passion fruit possibly caused by *Nectria haematococca* in Taiwan. pp.41-44 in Ecology and Management of Soilborne Plant Pathogens. C. A. Parker et al, eds. APS Press, St. Paul minnesota, U.S.A.

114. Snyder, W. C., and Hansen, H. N. 1954. Species concept, genetics and pathogenicity in *Hypomyces solani.* Phytopathology 44:338-342.

115. Sun, S. K., and Huang, J. W. 1983. A new Fusarium wilt of bitter gourd in Taiwan. Plant Dis. 67:226-227.

116. Sun, S. K., and Huang, J. W. 1983. Effects of soil amendments on Fusarium wilt of watermelon. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 25:127-137.

117. Sun, S. K., and Huang, J. W. 1985. Formulated soil amendment for controlling Fusroum wilts and other soilborne diseases. Plant Dis. 69:917-920.

118. Tschen, S. M. 1991. Effect of antibiotic antagonists on control of chrysanthemum infected by *Rhizoctonia solani.* Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 33:56-62

119. Tu, C. C. 1968. The morphology of *Rhizoctonia solani* Kühn and methods for inducing the formationofits perfect stage. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 10:39-45.

120. Tu, C. C. 1969. A preliminary study on physiologic specialization in the isolates of *Rhizoctonia solani* from kenaf. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 11:137-141.

121. Wu, W. S. 1977. Sclerotial disease of garlic in Taiwan. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 19:47-54.

122. Wu, W. S. 1978. Evaluation of the effectiveness of four fungicides on controlling potato black scurf disease. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 20:253-259.

123. Wu, W. S. 1978. Parasitism of the pathogen of the rice sheath blight. Plant Prot. Bull. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 20:151-160.

124. Wu, W. S. 1991. Control of Sclerotinia rot of sunflower and chrysanthemum. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 33:45-55

ABSTRACT

Sun, Shou-Kung. 1991. **Soilborne disease research in Taiwan: retrospect and prospect.** Plant Prot. Bull 33:1-16. (Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, R.O.C.)

During the past three decades, studies on soilborne diseases have been carried out extensively including diseases caused by *Fusarium* spp., *Phytophthora* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani, Sclerotium rolfsii, Sclerotinia sclerotiorum* and *Plasmodiophora brassicae.* Research also extended to suppressive soils and biological control. Among the above-mentioned diseases, more detaild studies were concentrated to *Fusarium* wilt of watermelon, Fusarium yellows of radish, ecology of *Phytophthora,* Pythium damping-off of cucumber, diseases casued by *Rhizoctonia solani, Sclerotium rolfsii* and *Sclerotinia sclerotiorum.* Studies on *Plasmodiophora brassicae* and control measures by soil amendment, especially the effect of calicium, received high appraisal.

(Key words: soilborne diseases, biological control, antagonistic microorganisms, soil amendments)